

BA1 en Sciences Biomédicales et Médecine Vétérinaire

Série d'exercice n° 8

IMPULSION

1 Rappels

- **Définition:** Pour un corps de masse m et de vitesse \vec{v} , on définit l'*impulsion* (aussi appelée *quantité de mouvement*) \vec{p} par la formule

$$\vec{p} = m\vec{v}. \quad (1)$$

Les dimensions de \vec{p} sont ML/T .

- Si un corps est soumis à une force totale \vec{F} constante durant un intervalle de temps Δt , alors la variation d'impulsion $\Delta\vec{p}$ associée vaut

$$\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta t. \quad (2)$$

De façon analogue, si \vec{F} n'est pas constante mais Δt est suffisamment petit, la formule (2) reste valable (en bonne approximation).

- Pour un système à N corps, isolé de toute influence extérieure, l'impulsion totale $\vec{p} = \vec{p}_1 + \dots + \vec{p}_n$ est une constante. C'est la loi de *conservation de l'impulsion*.
- **Définition:** on dit qu'une collision est *élastique* lorsque l'énergie est conservée par le choc. Dans le cas contraire, on parle de *collision inélastique*.

2 Exercices à préparer

Attention! Ces exercices **ne** seront **pas** corrigés durant la séance, mais les solutions seront disponibles sur l'UV.

1. Que vaut l'impulsion p pour une personne de masse $m = 80kg$ et qui court à la vitesse de $v = 10km/h$? Exprimer votre réponse dans les unités du système international.
2. Vrai ou faux? Dans une collision inélastique, l'impulsion totale n'est pas toujours conservée.

3 Exercices

Les exercices marqués d'une étoile sont à résoudre en priorité.

- ★ 1. On considère une boule de billard de masse $m = 200g$ entrant en collision avec un bord du billard. On considère la boule comme un corps ponctuel, et on suppose également que la vitesse initiale est perpendiculaire au bord. Juste avant le contact, sa vitesse est de norme $60cm/s$, et le choc dure un temps $\Delta t = 50ms$. On suppose de plus que la collision est élastique.

Afin de fixer les notations, on note \vec{v}_i ("vitesse initiale") la vitesse juste avant le choc et \vec{v}_f ("vitesse finale") la vitesse juste après le choc. On néglige les effets des frottements dans ce problème. Voir figure 1 pour un récapitulatif, ainsi que le système d'axes à utiliser.

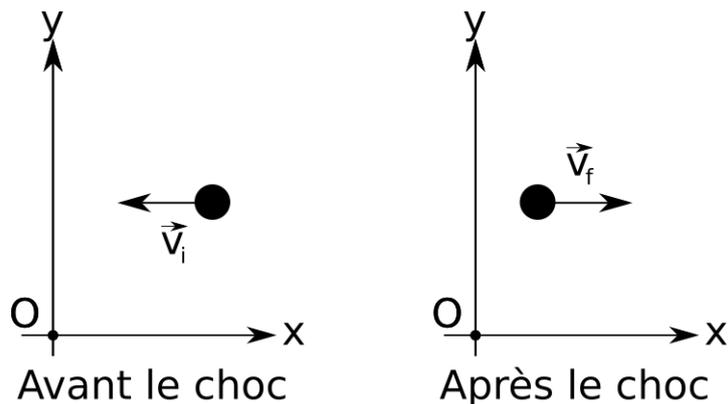


Figure 1: Une boule de billard rebondit sur un bord, représenté par l'axe Oy .

On demande de calculer:

- La vitesse initiale \vec{v}_i .
 - L'impulsion initiale \vec{p}_i .
 - L'énergie cinétique initiale E_C juste avant le choc.
 - La vitesse finale \vec{v}_f juste après le choc.
 - L'impulsion finale \vec{p}_f .
 - La force normale \vec{N} appliquée par le bord sur la boule durant le choc, en supposant que celle-ci est constante sur cet intervalle de temps.
2. La mission Dart orchestrée par la Nasa a permis de tester un système de défense planétaire contre la chute d'éventuels astéroïdes sur Terre. Dans cette mission, la sonde spatiale Dart est volontairement entrée en collision avec un petit astéroïde nommé Dimorphos. Le transfert d'impulsion résultant de cette collision impacte la trajectoire de Dimorphos. Appliqué à un astéroïde géocroiseur (c'est-à-dire dont la Terre se trouve sur sa trajectoire), cette méthode permet en principe de sauver l'humanité!
- Les données numériques sont les suivantes: masse de la sonde Dart: $m = 550kg$, vitesse d'impact (en norme, par rapport à Diomorphos): $v_i = 23700km/h$, masse de Diomorphos $M = 4.8 \times 10^9kg$.
- On néglige dans cette question les effets de la taille de l'astéroïde Diomorphos (et, a fortiori, de la sonde Dart). On place de plus le point de référence O sur Diomorphos avant l'impact: par définition, Diomorphos est donc immobile avant l'impact. On suppose de plus que lors de la collision, l'impulsion est conservée et que l'état final du système est un corps de masse $m + M$.
- Que vaut la vitesse du système après la collision?

3. On considère un corps ponctuel de masse $m_1 = 154g$ entrant en collision avec un autre corps ponctuel de masse $m_2 = 116g$. On suppose que ces deux corps se déplacent dans un monde à une dimension, et on utilise l'axe Ox comme sur la figure 2. Les vitesses initiales du premier et second corps sont de $v_1 = 0$ et $v_2 = -0.49m/s$ respectivement. Après la collision, la vitesse du second corps vaut $v'_2 = 0.02m/s$.

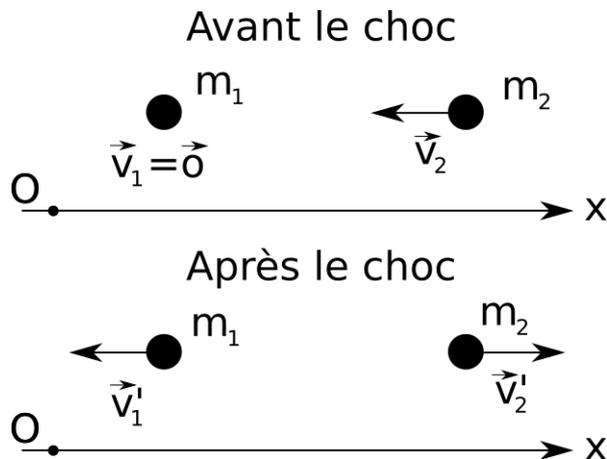


Figure 2: Deux corps ponctuels entrent en collision dans un monde en une dimension.

- Calculer les impulsions p_1 et p_2 avant la collision, ainsi que l'impulsion totale du système $p = p_1 + p_2$.
 - En utilisant la loi de conservation de l'impulsion, calculer la vitesse v'_1 du premier corps après la collision.
 - S'agit-il d'une collision élastique?
- ★ 4. Une voiture de masse $m = 1000 \text{ kg}$ roule vers le nord, à une vitesse de norme égale à 20 m/s . Elle percute un camion de masse $M = 10000 \text{ kg}$ qui se dirige vers le sud, la norme de sa vitesse étant également 20 m/s . Immédiatement après le choc, la voiture prend la direction de l'est, la norme de sa vitesse étant alors $v' = 20 \text{ m/s}$. On utilise dans cette question le système d'axes tel que sur la figure 3.

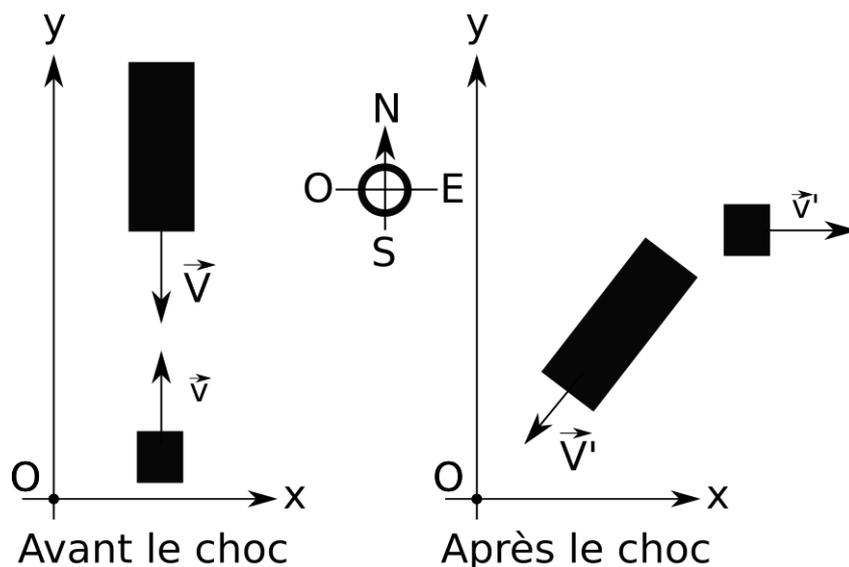


Figure 3: Une voiture entre en collision avec un camion.

- Quelle est la vitesse du camion immédiatement après le choc ?
- Quelle est la quantité d'énergie mécanique dissipée au cours de la collision ?